

**ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОГЕННЫХ СВОЙСТВ СЫВОРОТКИ КРОВИ  
В МОНИТОРИНГЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАННЕЙ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ  
ПАЦИЕНТОВ С ОЖОГАМИ**

А.К. МАРТУСЕВИЧ<sup>\*,\*\*\*</sup>, А.В. РАЗУМОВСКИЙ<sup>\*\*</sup>, С.П. ПЕРЕТЯГИН<sup>\*,\*\*\*\*</sup>, Л.К. КОВАЛЕВА<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России,  
Верхне-Волжская наб, 18, Н. Новгород, 603155, Россия

<sup>\*\*</sup> ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России,  
ул. Минина, 10/1, Н.Новгород, 603000, Россия

<sup>\*\*\*</sup> ГБОУ ВПО «Кировская государственная медицинская академия» Минздрава России,  
К. Маркса, 112, Киров, 610027, Россия

<sup>\*\*\*\*</sup> Ассоциация Российских озонотерапевтов, Панина, 9, Н. Новгород, 603117, Россия

**Аннотация.** Цель работы – оценить информативность изучения кристаллогенных свойств сыворотки крови в мониторинге эффективности озонотерапии у пациентов с ожоговой болезнью. В исследование было включено 30 пациентов с термической травмой, разделенных на 2 равных по численности группы. Пациенты первой (основной) группы получали стандартное лечение согласно федеральному протоколу ведения ожоговых больных, который дополняли курсом системной озонотерапии. Данный курс, начинаемый с 3-4 суток послеожогового периода, включал 10 ежедневных процедур в/в введения озонированного физиологического раствора (200 мл; концентрация озона – 3000 мкг/л). Пациенты второй группы (группы сравнения) получали лечение исключительно в рамках утвержденного федерального стандарта. До начала и по завершении курса озонотерапии у пациентов производили получение образцов крови с последующим выделением сыворотки. Оценка кристаллогенных свойств последней осуществляли методом тесзиокристаллоскопии. Установлено, что дополнение стандартного протокола ведения тяжелообожженных пациентов курсом системной озонотерапии (введение озонированного физиологического раствора) способствует оптимизации физико-химических свойств и, следовательно, компонентного состава сыворотки крови. Кроме того, результаты работы позволяют рассматривать изучение кристаллогенных свойств данного биосубстрата как способ оценки эффективности коррекции метаболических нарушений, возникающих при развитии у пострадавших ожоговой болезни.

**Ключевые слова:** ожоги, ранняя реабилитация, кристаллизация, сыворотка крови, биокристалломика.

**STUDY OF CRYSTALGENE PROPERTIES OF SERUM IN MONITORING THE EFFECTIVENESS  
OF EARLY METABOLIC REHABILITATION OF PATIENTS WITH BURNS**

A.K. MARTUSEVICH<sup>\*,\*\*\*</sup>, A.V. RAZUMOVSKY<sup>\*\*</sup>, S.P. PERETYAGIN<sup>\*,\*\*\*\*</sup>, L.K. KOVALEVA<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> *The Privolzhsky Federal Medical Research Center of Russian Ministry of Health,  
Verkhne-Volzhskaia sq., 18, Nizhny Novgorod, 603155, Russia*

<sup>\*\*</sup> *Nizhny Novgorod State Medical Academy, Minin str., 10/1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia*

<sup>\*\*\*</sup> *Kirov State Medical Academy, K.Marx str., 112, Kirov, 610027, Russia*

<sup>\*\*\*\*</sup> *The Association of Russian Ozone Therapists, Panin str., 9, Nizhny Novgorod, 603117, Russia*

**Abstract.** The purpose of this work was to evaluate the information content of these crystal gene properties of blood serum in monitoring the effectiveness of ozone therapy in patients with burn disease. The study included 30 patients with thermal injuries, divided into two equal-sized groups. Patients of the first (main) group received standard treatment according to the federal protocol for the burn patients. This therapy consists of systemic ozone therapy. The course starts with 3-4 days post-burn period, included 10 daily procedures with intravenous introduction of the ozonated saline solution (200 ml; the concentration of ozone - 3000 mg / l). The patients of the second group (control group) were treated exclusively within the framework the approved federal standard. Before and after the course of ozone therapy, patients' blood sampling with subsequent isolation of serum was carried out. Evaluation of crystal gene properties of the serum was carried out by tesziocrystalloscopy. It was found that the addition of a course of systemic ozone therapy (introduction of ozonated saline) to standard protocol for severely burnt patients contributes to the optimization of physical and chemical properties and, therefore, the component composition of blood serum. The results allow the authors of the study consider the crystal gene properties of this biosubstrate as a way to assess the effectiveness of the correction of metabolic disorders in the burn disease development in patients.

**Key words:** burns, early rehabilitation, crystallization, blood serum, biocrystalloмика

Известно, что термическая травма, провоцирующая развитие ожоговой болезни, индуцирует формирование и прогрессирование метаболических нарушений во всех звеньях обмена веществ [1, 6-9, 11, 14]. Это предопределяет необходимость, наряду с устранением дефектов кожного покрова, уделять внимание коррекции последних [2, 6, 8, 11, 13]. В то же время крайне целесообразным является применение различных методов оценки исходного метаболического статуса организма пострадавшего, а также его динамики [2, 7-9]. При этом спектр интегральных лабораторных маркеров, позволяющих отслеживать направленность сдвигов физико-химических свойств биологических жидкостей, относительно узок [1, 3, 4, 10]. Именно в этом плане представляют интерес технологии диагностической биокристалломики [5, 15-17], которые позволяют проводить комплексный мониторинг состояния пациентов, однако их возможности в комбустиологии раскрыты недостаточно полно [2, 6].

**Цель исследования:** оценить информативность изучения кристаллогенных свойств сыворотки крови в мониторинге эффективности озонотерапии у пациентов с ожоговой болезнью.

**Материалы и методы исследования.** В исследование было включено 30 пациентов с термической травмой, разделенных на 2 равных по численности группы. Пациенты первой (основной) группы ( $n=15$ ) получали стандартное лечение согласно федеральному протоколу ведения ожоговых больных, который дополняли курсом системной озонотерапии. Данный курс, начинаемый с 3-4 суток послеожогового периода, включал 10 ежедневных процедур в/в введения озонированного физиологического раствора (200 мл; концентрация озона – 3000 мкг/л [12, 18]). Пациенты второй группы (группы сравнения;  $n=15$ ) получали лечение исключительно в рамках утвержденного федерального стандарта.

До начала и по завершении курса озонотерапии у пациентов производили забор крови с последующим выделением сыворотки. Оценка кристаллогенных свойств последней осуществляли методом тезиокристаллоскопии [2, 5, 12]. В качестве базисного вещества в тезиграфическом тесте использовали 0,9% раствор хлорида натрия. Описание кристаллоскопических и тезиграфических фаций выполняли морфологически и с помощью системы полуколичественных балльных параметров (*кристаллизруемость* – Кр, *индекс структурности* – ИС, *степень деструкции фации* – СДФ, *выраженность краевой белковой зоны* – Кз и др.) [5].

У всех пациентов до начала исследования получали информированное согласие на участие в нем.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы *Statistica 6.1 for Windows*. Нормальность распределения значений параметров оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учетом характера распределения признака для оценки статистической значимости различий применяли Н-критерий Краскала-Уоллеса.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенное сопоставление с ранее полученными нами данными о сдвигах кристаллогенных свойств сыворотки крови, характерных для раннего периода ожоговой болезни, позволило подтвердить однонаправленность результатов. Так, у всех пострадавших в начальной точке наблюдения (на 3-4 сутки после получения термической травмы) в образцах дегидратированной сыворотки крови отмечали выраженное угнетение кристаллогенеза, уменьшение линейных размеров и плотности кристаллических элементов со значительным повышением степени их деструкции (рис. 1). Кроме того, наблюдали существенное сокращение диаметра краевой зоны микропрепаратов. Это полностью согласуется с данными визуаметрического описания как кристаллоскопических, так и тезиграфических фаций. В частности, Кр у обожженных составила  $0,43 \pm 0,22$  балла (у здоровых людей –  $1,57 \pm 0,23$  балла), ИС –  $0,16 \pm 0,21$  и  $1,38 \pm 0,18$  баллов, САФ –  $2,32 \pm 0,31$  и  $0,53 \pm 0,21$  балла, а выраженность Кз –  $1,47 \pm 0,17$  и  $2,15 \pm 0,22$  балла соответственно. Различия по отношению к практически здоровым людям по всем указанным параметрам статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

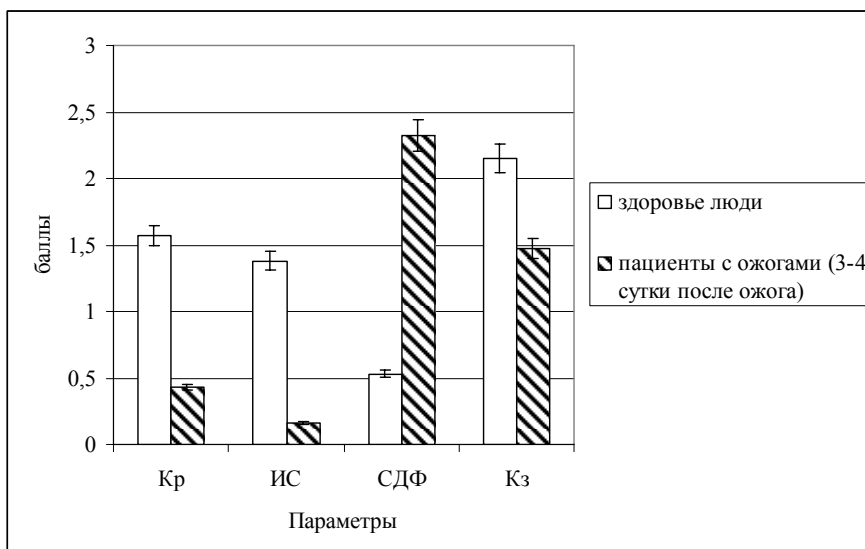


Рис. 1. Уровень визуометрических параметров фаций сыворотки крови у практически здоровых людей и пациентов с термической травмой (обозначения параметров: Кр – кристаллизуемость, ИС – индекс структурности, СДФ – степень деструкции фации, Кз – выраженность краевой зоны)

В процессе комплексного лечения у представителей обеих групп отмечали однозначную тенденцию к нормализации собственной и инициированной 0,9% раствором хлорида натрия кристаллизации сыворотки крови, однако выраженность этих сдвигов была неодинаковой (рис. 2). Так, у пациентов группы сравнения, получавших только стандартное лечение, наблюдали умеренное повышение Кр и ИС в кристаллоскопических фациях сыворотки крови (до  $0,87 \pm 0,16$  и  $0,58 \pm 0,20$  балла соответственно;  $p < 0,05$  по отношению к первой контрольной точке), что проявилось в формировании при кристаллизации биожидкости умеренного количества мелких одиночных кристаллических элементов. Кроме того, регистрировали повышение правильности структуропостроения последних, что реализовалось в форме снижения степени деструкции фации (до  $1,70 \pm 0,23$  балла;  $p < 0,05$  по сравнению с исходным состоянием). Также происходило незначительное расширение краевой зоны кристаллоскопических фаций сыворотки крови, что реализовалось в минимальном увеличении соответствующего параметра (на 13% относительно начала наблюдения;  $p < 0,1$ ) и указывало на частичную нормализацию белкового состава биосреды.

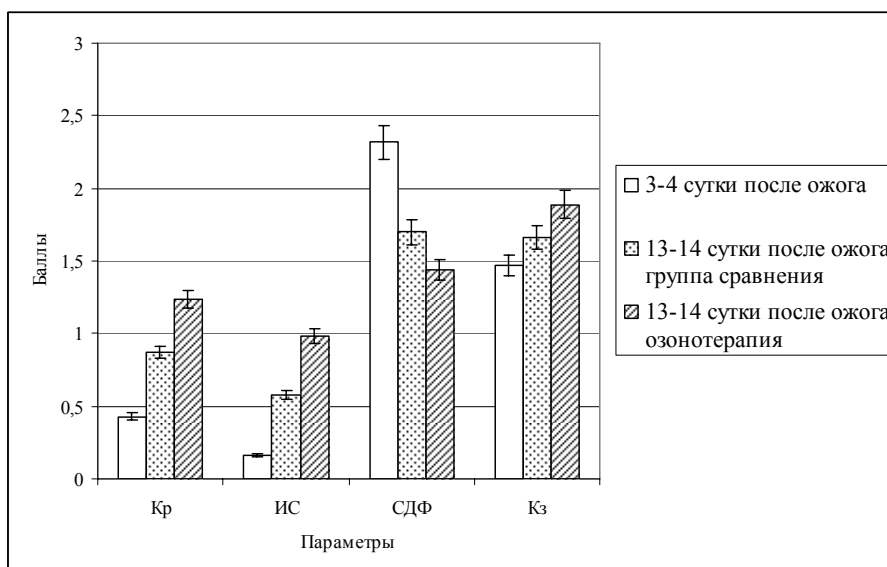


Рис. 2. Результаты визуометрического анализа фаций сыворотки крови пациентов с ожогами в зависимости от схемы лечения (обозначения аналогичны рис. 1)

У больных с ожогами, которым комплексное лечение дополняли курсом внутривенного введения озонированного физиологического раствора, регистрировали более выраженную тенденцию к нормализации кристаллогенных свойств сыворотки крови. В частности, в кристаллоскопических фациях биологической жидкости обнаруживали появление не только одиночно-кристаллических, но и мелких дендритных элементов, что обуславливало достаточно существенный прирост Кр (до  $1,24 \pm 0,19$  балла) и ИС (до  $0,98 \pm 0,23$  балла). Данный уровень параметра статистически значимо превышает цифры, характерные для первой точки наблюдения ( $p < 0,05$ ). Следует отметить, что в этом случае значения обоих показателей существенно превышают аналогичные, выявленные для пациентов группы сравнения ( $p < 0,05$ ). Подобная тенденция имеет место и в отношении двух других основных оценочных параметров собственного кристаллогенеза сыворотки крови. Так, степень деструкции фации снижается более отчетливо, что у представителей группы сравнения (до  $1,44 \pm 0,20$  балла), значимо отличаясь как от уровня начала наблюдения, так и от значения, характерного для последних ( $p < 0,05$  для обоих случаев). Размер краевой зоны микропрепарата также существенно увеличивается, при этом уровень соответствующего параметра повышается на 29% относительно исходных значений и значения, обнаруженного для группы сравнения, достигая  $1,89 \pm 0,21$  балла ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Проведенное исследование позволяет заключить, что дополнение стандартного протокола ведения тяжелообожженных пациентов курсом системной озонотерапии (введение озонированного физиологического раствора) способствует оптимизации физико-химических свойств и, следовательно, компонентного состава сыворотки крови. Это позволяет рассматривать системную озонотерапию как вариант средства метаболической реабилитации [1]. Кроме того, результаты работы позволяют рассматривать изучение кристаллогенных свойств данного биосубстрата как способ оценки эффективности коррекции метаболических нарушений, возникающих при развитии у пострадавших ожоговой болезни.

### Литература

1. Бочкарева Н.В., Коломиец Л.А., Чернышова А.Л. Нужна ли метаболическая реабилитация больным с гиперпластическими процессами и раком эндометрия на фоне метаболического синдрома? // Сибирский онкологический журнал. 2010. №5. С. 71–77.
2. Исследование метаболического статуса при ожоговой болезни / Воробьев А.В., Мартусевич А.К., Соловьева А.Г. [и др.] // Вестник неотложной и восстановительной медицины. 2008. Т. 3, №9. С. 338–341.
3. Егорова М.О. Биохимическое обследование в клинической практике. М.: Практическая медицина, 2008. 143 с.
4. Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. Минск, 2004.
5. Мартусевич А.К., Камакин Н.Ф. Кристаллография биологической жидкости как метод оценки ее физико-химических свойств // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2007. Т. 143, №3. С. 358–360.
6. Мартусевич А.К., Перетягин С.П., Погодин И.Е. Метаболические аспекты ожогового эндотоксикоза // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2009. № 1. С. 30–32.
7. Мартусевич А.К., Соловьева А.Г., Мартусевич А.А., Перетягин П.В. Особенности функционально-метаболической адаптации организма в условиях травматического стресса // Медицинский альманах. 2012. № 5. С. 175–178.
8. Михин И.В., Кухтенко Ю.В. Ожоги и отморожения. Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2012. 87 с.
9. Нагорная Н.В., Четверик Н.А., Федорова А.А., Куриленко Я.В. Энергетический обмен клетки в норме и патологии. Возможности его оценки // В помощь педиатру. 2008. Т. 15, №6. С. 34–38.
10. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Лабораторные методы диагностики неотложных состояний. М.: Медицина. 2002. 566 с.
11. Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г. Ожоги: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит, 2000. 488 с.
12. Применение озона как средства детоксикации в раннем периоде ожоговой болезни / Перетягин С.П., Стручков А.А., Мартусевич А.К. [и др.] // Скорая медицинская помощь. 2011. Т. 12, №3. С. 39–43.
13. Попова С.Н. Физическая реабилитация. Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2004. 608 с.
14. Ушакова Т.А. Адаптивные реакции у тяжелообожженных в условиях интенсивной терапии: автореф. дисс. д. м. н. М., 2008. 56 с.
15. Хадарцев А.А., Кидалов В.Н. Эстетика и нейроэстетика в тезиограммах биологических жидкостей. Перспективы исследований // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 4. С. 147–151.
16. Хадарцев А.А., Кидалов В.Н., Четкин А.В. Гипотеза о гармоническом механизме самоорганизации тезиограмм крови и ее препаратов // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 3. С. 153–156.

17. Хадарцев А.А., Кидалов В.Н., Митюшкина О.А. Тезиография в биологических системах, как перспективная природная нанотехнология // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8, № 3. С. 678–681.

18. Respiratory Function and Blood Gases Transport State at Experimental Hypoxia: Ozone Therapy Correction / Peretyagin S.P., Martusevich A.K., Struchkov A.A. [et al.] // Revista Espanola de Ozonoterapia. 2012. Vol. 2, №1. P. 141–146.

### References

1. Bochkareva NV, Kolomiets LA, Chernyshova AL. Nuzhna li metabolicheskaya reabilitatsiya bol'nym s giperplasticheskimi protsessami i rakom endometriya na fone metabolicheskogo sindroma? [Do you need a metabolic rehabilitation of patients with hyperplastic processes and endometrial cancer and metabolic syndrome?] Sibirskiy onkologicheskii zhurnal. 2010;5:71-7. Russian.

2. Vorob'ev AV, Martusevich AK, Solov'eva AG et al. Issledovanie metabolicheskogo statusa pri ozhogovoy bolezni [Study of the metabolic status in burn patients]. Vestnik neotlozhnoy i vosstanovitel'noy meditsiny. 2008;3(9):338-41. Russian.

3. Egorova MO. Biokhimicheskoe obsledovanie v klinicheskoy praktike [Biochemical examination in clinical practice]. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2008. Russian.

4. Kostyuk VA, Potapovich AI. Bioradikaly i bioantioksidanty [Bioradicals and bioantioxidants]. Minsk; 2004. Russian.

5. Martusevich AK, Kamakin NF. Kristallografiya biologicheskoy zhidkosti kak metod otsenki ee fiziko-khimicheskikh svoystv [Crystallography of biological fluids as a method of evaluating its physical and chemical properties]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny. 2007;143(3):358-60. Russian.

6. Martusevich AK, Peretyagin SP, Pogodin IE. Metabolicheskie aspekty ozhogovogo endotoksikoza [Metabolic aspects of burn endotoxemia]. Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya. 2009;1:30-2. Russian.

7. Martusevich AK, Solov'eva AG, Martusevich AA, Peretyagin PV. Osobennosti funktsional'no-metabolicheskoy adaptatsii organizma v usloviyakh travmaticheskogo stressa [Features functional and metabolic adaptation of the body in conditions of traumatic stress]. Meditsinskiy al'manakh. 2012;5:175-8. Russian.

8. Mikhin IV, Kukhtenko YV. Ozhogi i otmorozheniya [Burns and frostbite]. Volgograd: Izd-vo VolGMU; 2012. Russian.

9. Nagornaya NV, Chetverik NA, Fedorova AA, Kurilenko YV. Energeticheskii obmen kletki v norme i patologii [Energy exchange cells in health and disease. The possibilities of its evaluation]. Vozможности ego otsenki. V pomoshch' peditru. 2008;15(6):34-8. Russian.

10. Nazarenko GI, Kishkun AA. Laboratornye metody diagnostiki neotlozhnykh sostoyaniy [Laboratory methods for the diagnosis of emergency conditions]. Moscow: Meditsina; 2002. Russian.

11. Paramonov BA, Poremskiy YO, Yablonskiy VG. Ozhogi: rukovodstvo dlya vrachey [Burns: A Guide for Physicians]. Sankt-Peterburg: SpetsLit; 2000. Russian.

12. Peretyagin SP, Struchkov AA, Martusevich AK, et al. Primenenie ozona kak sredstva detoksikatsii v rannem periode ozhogovoy bolezni [The use of ozone as a means of detoxification in the early period of burn disease]. Skoraya meditsinskaya pomoshch'. 2011;12(3):39-43. Russian.

13. Popova SN. Fizicheskaya reabilitatsiya [Physical rehabilitation]. Rostov-na-Donu: Izd-vo «Feniks»; 2004. Russian.

14. Ushakova TA. Adaptivnyye reaktsii u tyazheloobozhzhennykh v usloviyakh intensivnoy terapii [Adaptive reactions in severely burnt in intensive care] [dissertation]. Moscow (Moscow region); 2008. Russian.

15. Khadartsev AA, Kidalov VN, Estetika i neyroestetika v teziogrammakh biologicheskikh zhidkostey [Aesthetics and neyroestetika teziogrammakh in biological fluids. Research Perspectives]. Perspektivy issledovaniy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;4:147-51. Russian.

16. Khadartsev AA, Kidalov VN, Chechetkin AV. Gipoteza o garmonicheskom mekhanizme samoor-ganizatsii teziogramm krovi i ee preparatov [The hypothesis of the mechanism of self-harmonic teziografiya blood and its preparations]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;3:153-6. Russian.

17. Khadartsev AA, Kidalov VN, Mityushkina OA. Teziografiya v biologicheskikh sistemakh, kak perspektivnaya prirodnaia nanotekhnologiya [Teziografiya in biological systems as a promising natural nanotechnology]. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2009;8(3):678-81. Russian.

18. Peretyagin SP, Martusevich AK, Struchkov AA, et al. Respiratory Function and Blood Gases Transport State at Experimental Hypoxia: Ozone Therapy Correction. Revista Espanola de Ozonoterapia. 2012;2(1):141-6.

---

### Библиографическая ссылка:

Мартусевич А.К., Разумовский А.В., Перетягин С.П., Ковалева Л.К. Исследование кристаллогенных свойств сывотки крови в мониторинге эффективности ранней метаболической реабилитации пациентов с ожогами // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №3. Публикация 2-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/2-9.pdf> (дата обращения: 20.07.2016). DOI: 10.12737/20885.